



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ŽELEZOBETONOVÁ DESKA ADMINISTRATIVNÍ ČÁSTI DEPOZITÁŘE

REINFORCED CONCRETE SLAB OF THE ADMINISTRATIVE PART OF THE DEPOSITORY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Jirků

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Michal Požár, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav betonových a zděných konstrukcí
Student: **Jan Jirků**
Vedoucí práce: **Ing. Michal Požár, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: B0732A260005 Stavební inženýrství
Studijní obor: Pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Železobetonová deska administrativní části depozitáře

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Pro vícepodlažní železobetonovou budovu depozitáře knihovny navrhnete a posudíte strop (lokálně podepřenou desku) pod administrativní částí depozitáře. V rozsahu určeném vedoucím práce provedte statické řešení stropní konstrukce, vybraných sloupů a případně dalších konstrukcí. Statickou analýzu provedte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků. Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Cílem práce je pro zadanou stavbu podrobně početně a výkresově zpracovat vybranou nosnou konstrukci.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní a technickou zprávu a ostatní náležitosti podle platných směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (podrobný statický výpočet nosné konstrukce metodou mezních stavů podle platných předpisů a norem v rozsahu určeném vedoucím práce)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě.

Seznam doporučené literatury a podklady:

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura doporučená vedoucím bakalářské práce.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 30. 11. 2023

L. S.

doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
vedoucí ústavu

Ing. Michal Požár, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zaměřuje na návrh a posouzení železobetonové lokálně podepřené monolitické stropní desky pod prvním nadzemním podlažím depozitáře knihovny. Součástí práce je také návrh a posouzení sloupu a montovaného schodiště. Výpočet vnitřních sil byl proveden metodou konečných prvků v programu SCIA Engineer a jeho správnost byla ověřena ručním výpočtem pomocí metody součtových momentů. Stropní deska je posouzena na mezní stav únosnosti a použitelnosti. Na závěr byly na základě statického výpočtu zpracovány výkresy výztuží jednotlivých konstrukcí.

KLÍČOVÁ SLOVA

lokálně podepřená stropní deska, sloup, montované schodiště, železobeton, výztuž, interakční diagram, metoda konečných prvků

ABSTRACT

The bachelor's thesis focuses on the design and assessment of a reinforced concrete locally supported monolithic slab below the first floor of a library depository. The thesis also includes the design and assessment of a column and a prefabricated staircase. The calculation of internal forces was performed using the finite element method in the SCIA Engineer program, and its accuracy was verified by a manual calculation using the method of moment summation. The slab was assessed for ultimate limit state and serviceability limit state. Finally, based on the structural calculation, reinforcement drawings for the individual structures were prepared.

KEYWORDS

Locally supported slab, column, prefabricated staircase, reinforced concrete, reinforcement, interaction diagram, finite element method

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JIRKŮ, Jan. *Železobetonová deska administrativní části depozitáře*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí Ing. Michal Požár, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé práce panu Ing. Michalu Požárovi, Ph.D., za jeho čas, vstřícnost a ochotu, kterou mi věnoval při konzultacích.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Železobetonová deska administrativní části depozitáře* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2024

Jan Jirků

autor

Obsah

1.	Úvod	6
2.	Popis objektu	6
3.	Konstrukční řešení	7
3.1.	Svislé konstrukce	7
3.2.	Stropní konstrukce	7
3.3.	Konstrukce schodiště	7
4.	Materiálové charakteristiky	7
4.1.	Stropní deska a sloupy	7
4.2.	Schodiště	8
5.	Zatížení	8
5.1.	Stálé zatížení	8
5.2.	Proměnné zatížení	9
6.	Výpočtový model	9
7.	Dimenzování	11
7.1.	Stropní deska	11
7.2.	Schodiště	11
7.3.	Sloup	12
8.	Závěr	12
9.	Seznam příloh	12
10.	Seznam použitých zdrojů	12
10.1.	Literatura	12
10.2.	Použité software	13

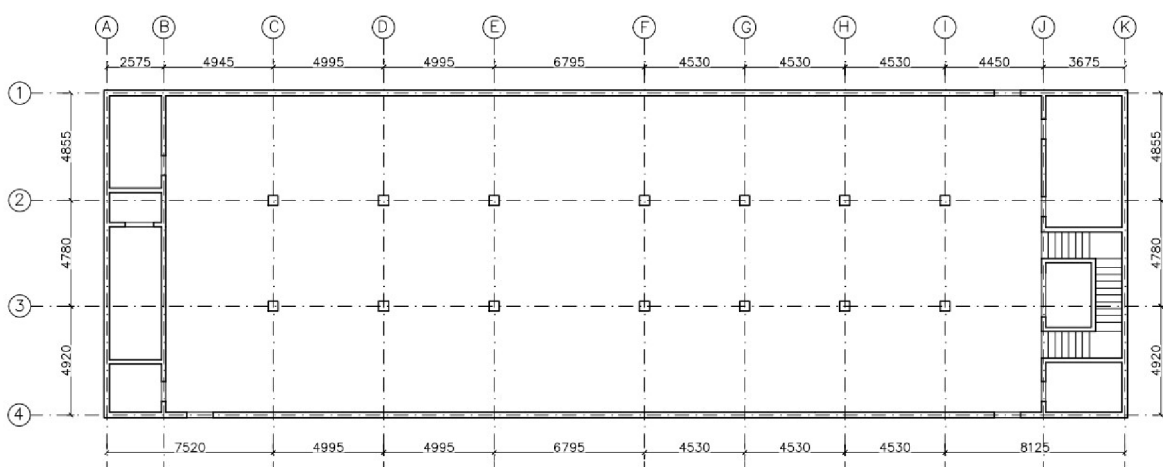
1. Úvod

Předmětem bakalářské práce je návrh a posouzení vybraných železobetonových konstrukcí ve vícepodlažní budově depozitáře knihovny.

Hlavní částí práce je návrh monolitické, lokálně podepřené železobetonové stropní desky pod 1.NP. Dále se práce zabývá návrhem vnitřních železobetonových sloupů a prefabrikovaným, tříramenným schodištěm. Výstupem je statický výpočet a výkresová dokumentace pro dané prvky.

2. Popis objektu

Stavba se nachází v Brně a jedná se o samostatně stojící objekt depozitáře knihovny se třemi nadzemními a jedním podzemním podlažím. Půdorysný tvar je obdélník o rozměrech 46 x 14,5 m. V budově se nachází plochy s depozitární a kancelářskou funkcí, v 1.NP. se dále nachází průjezd pro osobní automobily.



Obr. 1 schéma půdorysu objektu

3. Konstrukční řešení

3.1. Svislé konstrukce

Funkci svislých nosných konstrukci plní vnitřní, monolitické sloupy o rozměrech 0,45 x 0,45 m a obvodové a vnitřní monolitické, železobetonové stěny. Návrhem a posouzením nosných stěn se práce nezabývá.

3.2. Stropní konstrukce

Stropní konstrukcí je monolitická, lokálně podepřená železobetonová deska. Rozpětí polí je převážně 5 m a tloušťka desky je 250 mm. V místě průjezdu dochází z důvodu většího rozpětí ke zvětšení tloušťky desky na 300 mm. V obdélníkovém tvaru desky se nacházejí otvory pro osazení schodiště a pro výtahové šachty.

3.3. Konstrukce schodiště

V objektu se nacházejí dvě schodiště. Práce se zabývá návrhem a posouzením pouze jednoho z nich. Schodiště je tříramenné a konstrukčně je řešeno jako prefabrikované, železobetonové, složené ze tří dílů.

4. Materiálové charakteristiky

4.1. Stropní deska a sloupy

Beton C30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20 \text{ MPa}$$

$$F_{ctk0,05} = 2,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$$

Ocel B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,78}{200} = 2,17 \text{ ‰}$$

4.2. Schodiště

Beton C20/25

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$$

$$f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$$

$$F_{ctk,05} = 1,5 \text{ MPa}$$

$$\gamma_C = 1,5$$

$$\varepsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{Ck}}{\gamma_C} = 16,67 \text{ MPa}$$

Ocel B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$E_S = 200 \text{ GPa}$$

$$\gamma_S = 1,15$$

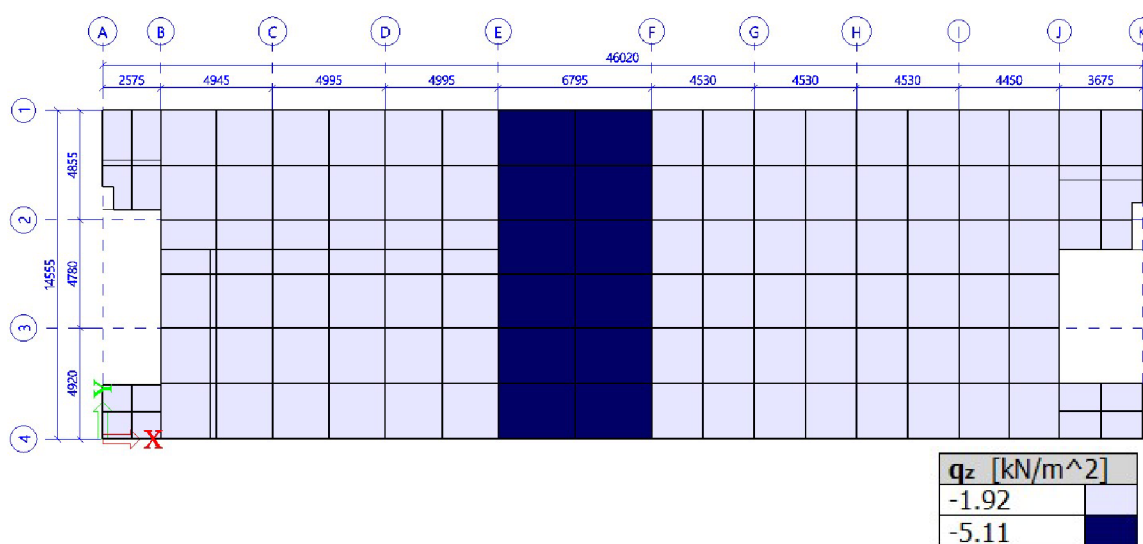
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_S} = \frac{434,78}{200} = 2,17 \text{ ‰}$$

5. Zatížení

5.1. Stálé zatížení

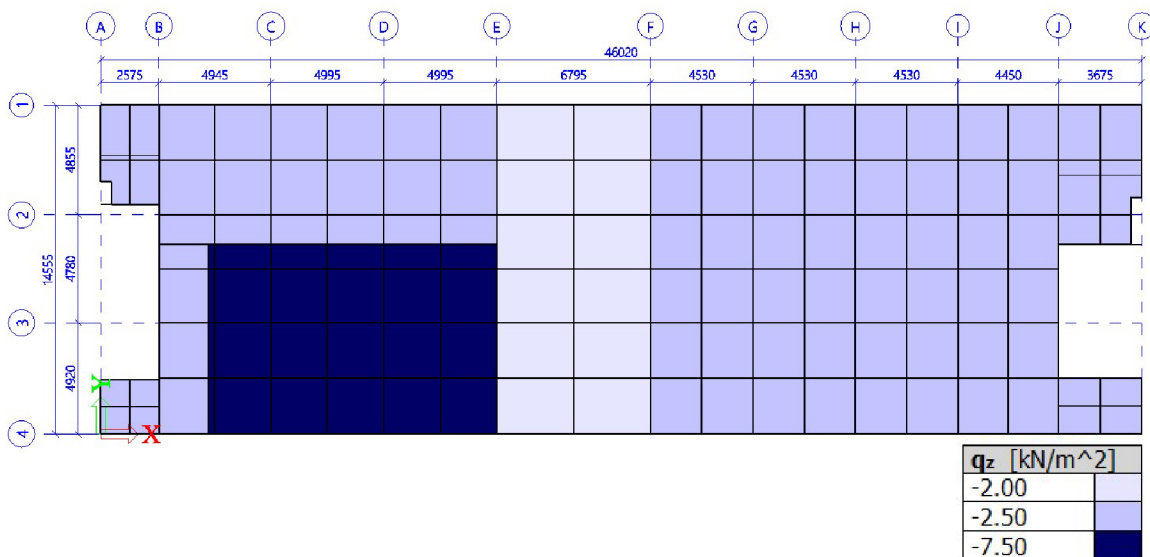
Do stálého zatížení je zahrnuto zatížení od vlastní tíhy, podlah, omítek a jako stálé zatížení je uvažováno i zatížení od příček a od uložení schodiště.



Obr. 2 stálé zatížení od podlahových konstrukcí

5.2. Proměnné zatížení

Proměnné zatížení je uvažováno jako plošné, s normativními hodnotami pro kategorie E1 (skladovací prostory) = 7,5 kN/m², B (kancelářské plochy) = 2,5 kN/m², F (od osobních automobilů) = 2 kN/m², A (schodiště) = 3 kN/m². Uvažováno je i zatížení od sněhu.



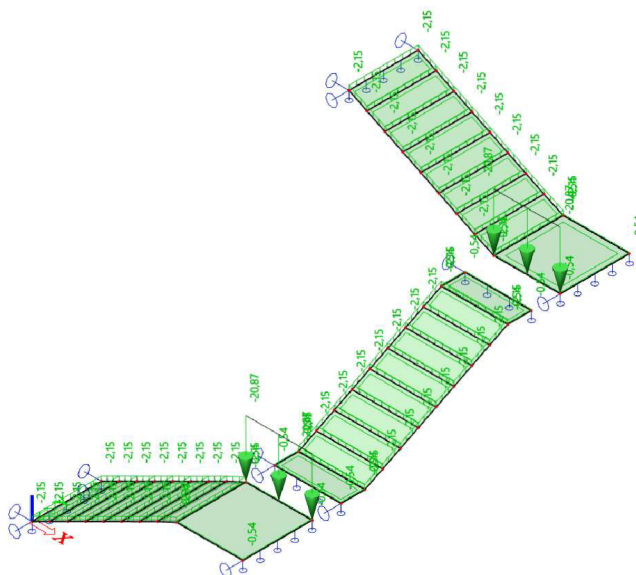
Obr. 3 proměnné zatížení na stropní desce

6. Výpočtový model

Výpočtové modely konstrukcí byly vytvořeny v programu SCIA Engineer.

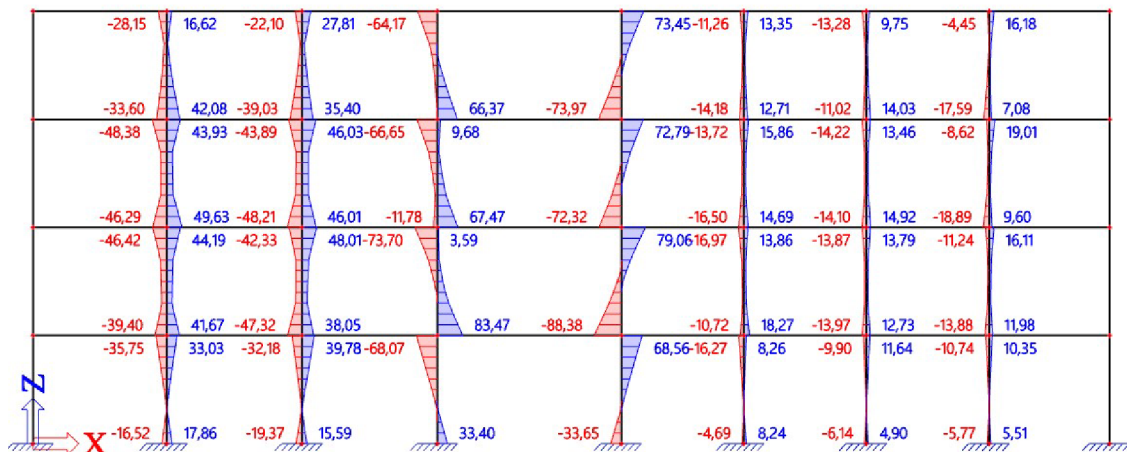
Pro posouzení stropní desky na mezní stav únosnosti byl vytvořen 2D model. Na místo vnitřních sloupů byly umístěny uzlové podpory typu „sloup“ a v místě stěn byla použita liniová pružná podpora s upravenými tuhostmi. Na model se do různých zatěžovacích stavů umístila všechna zatížení, včetně jejich kombinací. Konstrukce byla rozdělena do sloupových a mezisloupových pruhů, ve kterých se pomocí integračních pásů zjistily průběhy ohybových momentů. Pro posouzení na protlačení byla použita maximální reakce ve vnitřních podporách. Správnost zjištěných výsledků byla ověřena ručně pomocí metody součtových momentů.

Pro výpočet vnitřních sil ve schodišťových ramenech byl vytvořen 3D model, který je rozdělen na tři schodišťová ramena, Nástupní a výstupní ramena jsou liniově zatížena reakcí od prostředního ramene.



Obr. 4 stálé zatížení schodiště

Pro zjištění vnitřních sil ve sloupech byl zjednodušeně vytvořen rámový 2D model pro směr X a směr Y. Rámy byly provedeny jako výseky konstrukce v místě nejzatíženějšího sloupu.



Obr. 5 ukázka ohybových momentů sloupů na rámu ve směru X

7. Dimenzování

7.1. Stropní deska

Deska je navržena jako křížem vyztužená s výztuží při obou površích. Krycí vrstva výztuže je 25 mm, blíže k okraji se nachází horní výztuž ve směru Y a dolní výztuž ve směru X. Při obou površích je deska vyztužena základním rastrem $\varnothing 10$ po 200 mm, který je navržen tak, aby splnil požadavky na minimální vyztužení. V místech, kde by byl základní rastr nevyhovující je deska dovyztužena příložkami $\varnothing 10$ nebo $\varnothing 12$ tak, aby deska spolehlivě přenesla účinky ohybových momentů. Proti účinkům protlačení jsou v místě sloupů umístěny smykové lišty. Výpočet zohledňuje i návrh výztuže proti řetězovému zřícení. V místech sloupů je v obou hlavních směrech položena průběžná betonářská výztuž 4 x $\varnothing 20$ mm.

7.2. Schodiště

Hlavní nosnou výztuží schodišťových ramen je $\varnothing 10$ po 150 mm. Výztuž je vložena při obou površích a její poloha je zajištěna rozdělovací výztuží $\varnothing 10$ po 300 mm. V místech ozubů pro ukládání schodiště jsou vloženy třmínky $\varnothing 6$ mm a doplňující konstrukční výztuž $\varnothing 10$ mm. Výpočet uvažuje i s návrhem celkem šesti montážních úchyťů.

7.3. Sloup

Sloup s obdélníkovým průřezem je vyztužen celkem dvanácti kusy svislé nosné výztuže $\varnothing 18$ mm, která je po třech tyčích umístěna v každém rohu sloupu. Výztuž sloupu bude vytažena nad stropní konstrukci minimálně na stykovací délku. Kromě svislé nosné výztuže jsou navrženy příčné třmínky, které jsou zhuštěny v místech připojení sloupu do stropní konstrukce.

8. Závěr

Úlohou bakalářské práce bylo stanovení vnitřních sil, návrh a posouzení lokálně podepřené stropní desky spolu s posouzením prefabrikovaného schodiště a vnitřního monolitického sloupu objektu. Výstupem práce je statický výpočet, na základě kterého byly vytvořeny výkresy výztuží jednotlivých konstrukcí.

9. Seznam příloh

- P.1 Podklady
- P.2 Výkresová dokumentace
- P.3 Statický výpočet

10. Seznam použitých zdrojů

10.1. Literatura

- [1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí, 2004
- [2] ČSN EN 1991-1 až 4, Eurokód 1: Zatížení stavebních konstrukcí, 2004-2007
- [3] ČSN EN 1992-1-1, Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla pro pozemní stavby, 2006
- [4] ČSN EN 206+A1, Beton-specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [5] ČSN 73 12 01, Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb, 2010
- [6] ZICH, Miloš, BAŽANT, Zdeněk. Montované betonové konstrukce. 1 vyd. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o. Brno, 2018. ISBN 978-80-7204-983-7.
- [7] PROCHÁZKA, Jaroslav, ŠMEJKAL, Jiří. Betonové stropní a schodišťové konstrukce. 1 vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 978-80-01-06323-1.

10.2. Použité software

Microsoft Excel

Microsoft Word

Scia Engineer 24.0,

CADKON + RC 2024

SCHÖCK Böle

Archicad 23